

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI SUDUT *GUIDE VANE* TERHADAP PERFORMA *WIND TURBINE DARRIEUS* TIPE-H DENGAN NACA 0012 DAN NACA 0018



Disusun :

**BIMA MEGA SUKMANA
NIM : D 200 120 097**


**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul : **Pengaruh Variasi Sudut *Guide Vane* Terhadap Performa *Wind Turbine Darrieus Tipe-H* dengan NACA 0012 dan NACA 0018** yang saya ajukan kepada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ~~20~~ September 2016

Yang menyatakan,



Bima Mega Sukmana

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul **“PENGARUH VARIASI SUDUT *GUIDE VANE* TERHADAP PERFORMA *WIND TURBINE DARRIEUS* TIPE-H DENGAN *NACA 0012* DAN *NACA 0018*”**, telah disetujui Pembimbing dan diterima sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Bima Mega Sukmana**

NIM : **D. 200 120 097**

Disetujui pada

Hari : Catuh

Tanggal : 15 Oktober 2016

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Nur Aklis, ST, M.Eng


Ir. Subroto, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul **"PENGARUH VARIASI SUDUT GUIDE VANE TERHADAP PERFORMA WIND TURBINE DARRIEUS TIPE-H DENGAN NACA 0012 DAN NACA 0018"**, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Bima Mega Sukmana**

NIM : **D 200 120 097**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Nur Aklis, ST, M.Eng.

Anggota 1 : Subroto, Ir, MT.


Anggota 2 : Sartono Putro, Ir, MT.

.....
.....
.....

Dekan,


Ir, Sri Sunarjono, MT.,PhD.

Ketua Jurusan,


Tri Widodo Besar, M.Sc.,Phd

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

256/A.3-II/TM/TA/II/2016 17 Februari 2016
 Berdasarkan Surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor Tanggal
 dengan ini :

Nama Nur Aklis, ST, MT.
 Pangkat/Jabatan Asisten Ahli
 Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing Kedua~~
 memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama Bima Mega Sukmana
 Nomor Induk ID 200 120 097
 NIRM 1
 Jurusan/Semester Teknik Mesin / Akhir
 Judul/Topik : PENGARUH VARIASI SUDUT GUIDE VANE TERHADAP
 Rincian Soal/Tugas : PERFORMA WIND TURBINE DARRIEUS TIPE-H DENGAN
 NACA 0012 DAN NACA 0018

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta,

Pembimbing

17 Februari 2016


 Nur Aklis, ST, M.Eng.

Pembimbing Pendamping
 1. Gores merah untuk Pembimbing I
 2. Gores merah untuk Pembimbing II
 3. Warna merah untuk Pembimbing I
 4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

**“ILMU adalah kehidupan hati dari pada kebutaan, sinar penglihatan dari pada kezaliman dan telinga badan dari kelemahan”
[Al-A’raaf, 7:205]**

**“Dan janganlah kamu termasuk orang-orang yang lalai dari mengingat ALLAH”
[Al-A’raaf, 7:205]**

**“sesungguhnya allah menyukai orang-orang yang bertaubat dan menyukai orang-orang yang mensucikan diri”
[Al-A’raaf, 7:205]**

**“ALHAMDULLILAH ALA KULLI HAAL”
Segala puji bagi allah dalam setiap keadaan
[HR. Ibnu Majah]**

**“Orang yang berkata jujur mendapatkan tiga hal
Kepercayaan, cinta, dan rasa hormat”
[Ali Bin Abi Thalib]**

“Try not to become a man of success, but rather try to become a man of value”

**“Jangan mencoba menjadi orang sukses, jadilah seorang yang bernilai”
[Albert Einstein]**

**“Dan janganlah kamu termasuk orang-orang yang lalai dari mengingat ALLAH”
[Al-A’raaf, 7:205]**

**“masalah adalah kesempatan untuk menunjukan
Kemampuan terbaik”
-[B.J Habibie]-**

**“Harapan ada karena sebuah usaha dan doa. Kemungkinan untuk 100% gagal saat saya benar benar tidak diharapkan
-[Bima Mega]-**

**“Belajar mengucapkan SYUKUR dari hal hal baik dihidupmu, dan belajar menjadi pribadi yang kuat dengan hal hal buruk dihidupmu”
-[Bacharuddin Jusuf Habibie]-**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan senang hati karya sederhana ini dapat terselesaikan yang kupersembahkan kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Dosen jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Chairul Diah Utami yang secara tidak langsung memberikan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Seluruh anggota dan keluarga Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Semoga tugas akhir ini membawa manfaat dan berkah buat semua yang membaca, saya selaku penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih.

ABSTRAKSI

Untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil yang ketersediaannya akan semakin habis dan untuk mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari penggunaan sumber energi fosil maka perlu adanya sumber energi lain yang ramah lingkungan. Salah satu sumber energi yang berpeluang dikembangkan adalah angin. Energi angin dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin angin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut guide vane terhadap performa turbin angin Darrieus tipe H. Desain sudu turbin yang diuji menggunakan NACA 0012 pada sudut pitch 55° dan NACA 0018 pada sudut pitch 50° . Turbin angin dilengkapi dengan penambahan wind deflektor berupa guide vane. Variasi sudut guide vane yang digunakan adalah 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° pada kecepatan angin 4.8 m/s. Dari pengujian didapatkan hasil, penambahan variasi sudut guide vane berpengaruh terhadap kinerja turbin angin Darrieus tipe H. Saat pengujian tanpa pembebanan sudut guide vane 70° pada NACA 0012 dan NACA 0018 menghasilkan putaran maksimum yaitu 78.01 dan 77.27 Rpm. Saat pengujian dengan pembebanan sudut guide vane 70° pada NACA 0012 dan NACA 0018 menghasilkan daya, torsi, dan efisiensi maksimum yaitu 0,88 Watt, 1,79 Nm, 5,00 % dan 0,89 Watt, 1,89 Nm, 5.07 %

Kata Kunci : Daya, Efisiensi, Guide Vane, NACA 0012, NACA 0018, Torsi, Turbin Angin Darrieus H.

ABSTRACTS

To reduce the use of fossil energy sources will be exhausted their availability and to reduce the environmental impact of the use of fossil energy sources hence the need for other energy sources that are environmentally friendly. One of the sources of energy are likely to develop wind. Wind energy can be harnessed using wind turbine. This study aims to determine the influence of guide vane angle variation on the performance of the wind turbine Darrieus type H. Turbine blade design that was tested using NACA 0012 pitch angle of 55° and NACA 0018 pitch angle of 50° . The wind turbine is equipped with additional wind deflector in the form of guide vane. Guide vane angle variation used was 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° at a wind velocity 4,8 m/s. From the research results obtained, Extra guide vane angle variation on the performance of wind turbine Darrieus type H. When research without loading guide vane angle of 70° to the NACA 0012 and NACA 0018 generate maximum rotation are 78.01 and 77.27 Rpm. When testing with the loading guide vane angle of 70° to the NACA 0012 and NACA 0018 produce power, torque, and efficiency maximum is 0,88 Watt, 1,79 Nm, 5,00% and 0,89 Watt, 1,89 Nm, 5,07%.

Keywords: Power, Efficiency, Guide Vane, NACA 0012, NACA 0018, Torque, Wind Turbine Darrieus H

KATA PENGANTAR

Assallammualaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayahNya kepada kita semua, tak lupa sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah hirabbil 'aalamin atas rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana berjudul **“PENGARUH VARIASI SUDUT *GUIDE VANE* TERHADAP PERFORMA *WIND TURBINE DARRIEUS* TIPE-H DENGAN NACA 0012 DAN NACA 0018”**.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya pada berbagai pihak yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak sehingga penulis tetap istiqomah hingga laporan ini dapat terselesaikan, yaitu kepada :

1. **Tri Widodo Besar, M.Sc.,Phd**, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin.
2. **Nur Aklis, ST.,M.Eng** dan **Subroto, Ir. MT** selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan arahan dan masukan-masukan yang sangat bermanfaat bagi terselesaikannya tugas akhir ini.
3. **Supriyono, ST, MT, Ph. D.** Selaku pembimbing akademik.
4. Seluruh jajaran **Dosen** dan **Staf** dilingkungan Teknik Mesin yang senantiasa memberikan bimbingannya.
5. Kedua orang tua tersayang, **Sujarwo** dan **Rohani**, yang senantiasa mendoakan yang terbaik untuk kami putra-putranya, sehingga kami bisa sampai saat ini.
6. **Chairul Diah Utami**, yang secara tidak langsung memberikan motivasi lebih dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. **Keluarga Mahasiswa Teknik Mesin (KMTM)**, yang telah memberikan banyak pengalaman dalam berorganisasi.

8. Teman Teknik Mesin angkatan 2012, yang telah 4 tahun berjuang bersama baik suka maupun duka.
9. Teman 1 kelompok tugas akhir, H'mim Safi'i dan Yunika Cahyo P, yang telah sama-sama berjuang menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Serta seluruh pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat-Nya yang berlimpah serta membalas amal baik dan segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Maka dari itu, dengan rendah hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna hasil yang lebih baik kedepannya. Harapan terakhir dari penulis, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi diri sendiri maupun orang lain terutama para pembaca sekalian.

Surakarta, ... September 2016

Bima Mega .S

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PESEMBAHAN	vii
ABSTRAKSI	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematikan Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Studi Literatur	9
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Sejarah pemanfaatan energi angin	12
2.2.2 Jenis Turbin Angin	12
2.2.3 Sudu Pengarah (<i>Guide Vane</i>)	17

2.2.4 Konsep Dasar Sistem Konversi Energi Angin (SKEA).....	18
2.2.5 Teori Momentum Elementer Betz	22
2.2.6 Airfoil NACA (<i>National Advisory Committee for Aeronautics</i>).....	24
 BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Perencanaan Desain dan Pembuatan Instrumen Penelitian	30
3.2.1 Perencanaan <i>wind tunnel</i>	30
3.2.2 Perancangan turbin angin	31
3.2.3 Perencanaan sudu pengarah (<i>Guide Vane</i>)	33
3.2.4 Pembuatan <i>wind tunnel</i> turbin angin dan <i>guide vane</i>	34
3.2.5 Waktu dan tempat penelitian.....	34
3.3 Alat dan Bahan	35
3.4 Prosedur Penelitian	36
3.5 Tahap Analisa Data	38
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Spesifikasi <i>Guide Vane</i> dan Turbin Angin	39
4.2 Analisa Segitiga Kecepatan	42
4.2.1 Segitiga kecepatan pada NACA 0012 sudut <i>pitch</i> 55° dari masing-masing variasi sudut <i>guide vane</i>	43
4.2.2 Segitiga kecepatan pada NACA 0018 sudut <i>pitch</i> 50° dari masing-masing variasi	
4.2.3 sudut <i>guide vane</i>	46

4.3 Data Hasil Pengujian	49
4.3.1 Data pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0012.....	49
4.3.2 Data pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0018.....	50
4.4 Analisa Perhitungan dan Hasil Pembahasan.....	51
4.4.1 Data hasil perhitungan dan pembahasan pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0012.....	51
4.4.2 Data hasil perhitungan dan pembahasan pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0018	54
4.4.3 Pembahasan analisa gaya pada sudu.....	59
 BAB V PENUTUP	 62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya aerodinamis rotor turbin angin ketika dilalui aliran udara	13
Gambar 2.2 Berbagai jenis turbin angin sumbu horisontal	14
Gambar 2.3 Jenis turbin angin berdasarkan jumlah sudu	14
Gambar 2.4 Berbagai jenis turbin angin sumbu vertikal.....	15
Gambar 2.5 Sudu pengarah dengan rotor turbin angin Savonius dan Darrieus.....	17
Gambar 2.6 Sudut kemiringan <i>guide vane</i> dan sudut <i>pitch</i> turbin ...	18
Gambar 2.7 Perubahan penampang aliran udara	23
Gambar 2.8 NACA <i>airfoil</i>	25
Gambar 2.9 Segitiga kecepatan pada sudut <i>guide vane</i> 30°.....	25
Gambar 2.10 Naca airfoil seri empat angka.....	28
Gambar 2.11 Airfoil NACA simetris	28
Gambar 3.1 Diagram alir.....	29
Gambar 3.2 Model dimensi <i>wind tunnel</i>	30
Gambar 3.3 Profil NACA 0012	32
Gambar 3.4 Profil NACA 0018 yang telah dimodifikasi dengan Flap 10° dibagian ujungnya	32
Gambar 3.5 Variasi kemiringan sudu pengarah	33
Gambar 3.6 Instalasi pengujian turbin angin.....	37
Gambar 4.1 Penampang <i>guide vane</i>	39
Gambar 4.2 Turbin angin dengan NACA 0012	40
Gambar 4.3 Turbin angin dengan NACA 0018	41
Gambar 4.4 Segitiga kecepatan pada semua sudu	42
Gambar 4.5 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 30°	43
Gambar 4.6 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 40°	43
Gambar 4.7 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 50°	44
Gambar 4.8 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 60°	44
Gambar 4.9 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 70°	45

Gambar 4.10 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 80^0	45
Gambar 4.11 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 30^0	46
Gambar 4.12 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 40^0	46
Gambar 4.13 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 50^0	47
Gambar 4.14 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 60^0	47
Gambar 4.15 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 70^0	48
Gambar 4.16 Kecepatan pada sudut <i>pitch</i> 80^0	48
Gambar 4.17 Grafik hubungan putaran terhadap variasi sudut <i>guide</i> vane NACA 0012 saat tanpa pembebanan dan pembebanan	53
Gambar 4.18 Grafik perbandingan daya turbin dengan torsi terhadap kemiringan sudut <i>guide</i> vane NACA 0012 ..	53
Gambar 4.19 Grafik hubungan kemiringan sudut <i>guide</i> vane NACA 0012 terhadap efisiensi turbin	54
Gambar 4.20 Grafik hubungan putaran terhadap variasi sudut <i>guide</i> vane NACA 0018 saat tanpa pembebanan dan pembebanan	56
Gambar 4.21 Grafik perbandingan daya turbin dengan torsi terhadap kemiringan sudut <i>guide</i> vane NACA 0018...	57
Gambar 4.22 Grafik hubungan kemiringan sudut <i>guide</i> vane NACA 0018 terhadap efisiensi turbin	57

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi <i>guide vane</i>	39
Tabel 4.2 Spesifikasi <i>turbin angin</i> NACA 0012	40
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>turbin angin</i> NACA 0018	41
Tabel 4.4 Data pengujian tanpa pembebanan NACA 0012	49
Tabel 4.5 Data pengujian dengan pembebanan NACA 0012	49
Tabel 4.6 Data pengujian tanpa pembebanan NACA 0018	50
Tabel 4.7 Data pengujian dengan pembebanan NACA 0018	50
Tabel 4.8 Perhitungan data hasil pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0012	51
Tabel 4.9 Perhitungan data hasil pengujian <i>guide vane</i> dengan NACA 0018	54

DAFTAR SIMBOL

E	Energi	(Joule)
m	Massa angin	(kg)
v	Kecepatan angin	(m/s)
V	Volume	(m ³ /s)
A	Luas sapuan	(m ²)
P_a	Daya angin	(Watt)
F	Gaya	(N)
ρ	Densitas udara	(kg/m ³)
P_T	Daya turbin	(Watt)
F	Gaya	(Newton)
D	Diameter	(m)
n	Putaran	(rpm)
R	Jari-jari rotor	(m)
h	Ketinggian	(m)
g	Percepatan gravitasi	(m/s ²)
t	Waktu	(s)